

Title	COST-EFFECTIVE STRATEGY FOR THE INVESTIGATION AND REMEDIATION OF POLLUTED SOIL USING GEOSTATISTICS AND A GENETIC ALGORITHM APPROACH(Abstract_要旨)
Author(s)	Yongqiang, Cui
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2016-03-23
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.k19697
Right	許諾条件により本文は2017-03-22に公開
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

京都大学	博士（工 学）	氏名	崔 永 强
論文題目	COST-EFFECTIVE STRATEGY FOR THE INVESTIGATION AND REMEDIATION OF POLLUTED SOIL USING GEOSTATISTICS AND A GENETIC ALGORITHM APPROACH（土壤汚染調査と浄化のための、地球統計学と遺伝アルゴリズム手法を用いた費用効果戦略）		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>Chapter 1 Introduction</p> <p>In this chapter, the background, especially the situations of soil-pollution by heavy metals (HMs) in China and Japan, is described to motivate this research to be carried out. The main objectives of this research are also given: 1) to develop a cost-effective strategy to investigate and remediate the polluted site with the respect of the total fee (TF) and correct treatment rate (CTR); 2) to apply the developed strategy into the investigation and remediation at the real-world polluted site, and provide a reference for the engineers, decision-makes or researchers.</p> <p>Chapter 2 Discussion and selection of sampling, remediation and geostatistical methods</p> <p>In this chapter, the sampling, remediation and geostatistical methods, which are the main components of the strategy are introduced and discussed in detail. At last, the systematic (or uniform) grid sampling (SGS), excavation remediation, geostatistical technique (Ordinary Kriging: OK) and a genetic algorithm (GA) approach are selected through the comparison of the advantages or disadvantages of each method.</p> <p>Chapter 3 Cost-effective strategy of the investigation and remediation area on the surface polluted-soil (2D)</p> <p>This chapter explained, based on the methods selected in Chapter 2, that how the strategy has been developed and validated. Firstly, a large sum of assumed actual polluted fields (AAPFs) are randomly generated by the unconditional simulation (US), and on these AAPFs the systematic grid sampling (SGS) were used to obtain the sampling data. Secondly, through the sampling data and threshold value, we can judge that which part of soil is polluted and should be removed, and then we can further know if the removed part is real polluted soil or the retained part still has some polluted soil not removed, since the concentration of HMs at each location of AAPF is known beforehand. After calculating the corresponding ATFs for the SGS with different sample numbers, the optimal sample number can be suggested to get lower ATF. Thirdly, after the optimal sample number is fixed, the kriging method can be used to calculate the corresponding ATF, and compare the ATF by kriging and the ATF by only SGS to judge which is better. In this research, the ATF by kriging is lower than by only SGS, and change the confidence interval (CI) of kriging to know which CI has the lowest ATF. At last, based on the best CI decided in last step, GA is used to optimize the additional sampling locations.</p> <p>Chapter 4 Development of the cost-effective strategy for the soil at depth (3D)</p>			

京都大学	博士（工 学）	氏名	崔 永 强
<p>In this chapter, we discussed the difference and the (dis-) advantage of existed 3D model to simulate the distribution of HMs in the polluted soil, and analyze the feasibility of the development of the 3D model in this research. The distribution of HMs on the surface soil takes the method of kriging estimation, and at depth uses transport or migration functions in the vertical direction.</p> <p>Chapter 5 Case study in the polluted forest soil in Kawauchi village, in Fukushima prefecture, Japan</p> <p>In this chapter, we tried to construct the 3D model (the distribution of HMs both on the surface soil, but also at depth) on the real-world polluted site to assess the volume of the polluted soil, and give the suggestions of remediation, for example the volume the polluted soil, the total fee, to decision-makers.</p> <p>Chapter 6 Discussion and general conclusion</p> <p>In this chapter, all the important findings are summarized and emphasized. Finally, the future plan and the opportunity to improve the model developed in this research are described.</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、土壤汚染の調査において、浄化対策を考慮して最適な調査計画を策定する方法と、空間的相関を考慮して3次元分布を不確定性の大きさとともに比較的簡単に推定する方法について検討したものである。得られた主な成果は以下のとおりである。

1) 空間的相関を持った模擬2次元汚染土壤場について、土壤汚染対策の総費用としての汚染調査費用と土壤掘削による浄化費用との合計を最小にする汚染調査地点の選定を、地球統計学的手法と遺伝アルゴリズムを用いて実施する方法を開発した。そして、この方法を用いた場合、従来の格子状に調査地点を選定する方法に比べて、一般に土壤汚染対策総費用を少なくできることを示した。

2) 3次元の土壤汚染分布を推定する方法として、地表面における地球統計学的手法による2次元でのパラメータ推定と、基礎式で表現される汚染物質の地下浸透メカニズムを組み合わせる方法を開発した。そして、この方法を用いた場合、従来の3次元分布の推定法に比べ、少ない計算量でより物理的・化学的に妥当な推定結果が得られる可能性があることを示した。

3) 本研究で開発した手法を福島第一原発事故によって放射能汚染された福島県内森林土壤へ適用した。実際に調査した結果、数十メートル四方ほどの領域において、Cs-134の初期沈着量、有機物層から土壤層への移行係数、土壤層間の移行係数の3つのパラメータを用いたモデルによって、3次元分布の再現が可能であること、各パラメータは平面上数メートル程度の空間的相関を持っていること、地球統計学の条件付きシミュレーション手法を適用することで、必要土壤掘削量の確率論的推定が可能であることを示した。

以上のように本論文は、不確定性と浄化対策を考慮した土壤汚染調査の最適化手法を提案するものであり、近年、事例が増加しつつある有害物質による土壤汚染問題の効率的な解決のために大きく貢献するものと考えられ、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成28年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、(平成29年3月21日までの間)当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。